

УДК 504.455

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ОЗЕРА ЧЕРЕМСЬКЕ В СТРУКТУРІ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ У ПЕРІОД ЛІТНЬОЇ МЕЖЕНІ

М. О. КЛИМЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, професор,
<http://orcid.org/0000-0003-0892-0648>

А. М. ПРИЩЕПА, кандидат сільськогосподарських наук, професор,
<https://orcid.org/0000-0001-5096-9088>

О. О. БЕДУНКОВА, доктор біологічних наук, доцент,
<http://orcid.org/0000-0003-4356-4124>

І. І. СТАТНИК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
<http://orcid.org/0000-0001-7007-7319>

В. С. ТРОЦЬОК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,

Ю. Ю. БОКШАН, аспірант кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства

Національний університет водного господарства та природокористування

E-mail: kaf_ecology@nuwm.edu.ua

<https://doi.org/10.31548/bio2020.01.004>

Анотація. Наведено результати аналізу гідрохімічного складу поверхневих вод озера Черемське, яке входить до гідрографічної мережі водно-болотних угідь природного заповіднику «Черемський». Проби води відбирались у 5 контрольних пунктах водного плеса. У період літньої межени, за середньої температури води $24,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, були виявлені статистично достовірні перевищення відносно рибогосподарських нормативів амонію ($3,98 \pm 0,34$ рази), азоту амонійного ($3,10 \pm 0,25$), завислих речовин ($8,62 \pm 1,17$), показників перманганатної окисності та БСК5 (відповідно $5,2 \pm 0,42$ та $11,96 \pm 1,48$ рази), вмістом заліза загального ($31,66 \pm 0,85$), міді ($500,0 \pm 16,96$) та цинку ($304,0 \pm 21,78$ рази). Концентрації елементів трофо-сапробіологічного та токсикологічного блоку в сукупності надавали воді озера III класу якості з характеристикою стану «задовільний» та ступенем чистоти «забруднена». Одночасно проводилося визначення продукції та деструкції органічної речовини в фотичному шарі озера, за методом кисневих склянок. З'ясовано, що характер продукційно-деструкційних процесів у водній екосистемі наближений до збалансованого з привнесенням автохтонної органіки. Зроблено припущення про повноцінність самоочисних процесів на фоні унікального хімічного складу поверхневих вод, який формується внаслідок місцевого геохімічного фону та болотного живлення досліджуваного озера.

Ключові слова: водно-болотні угіддя, поверхневі води, гідрохімічні показники, продукційно-деструкційні процеси, екологічний стан

Актуальність. Показники стану та тенденцій у галузі водно-болотних угідь мають важливе значення для моніторингу

прогресу в досягненні екологічних цілей, що встановлені Конвенцією про біологічне різноманіття (КБР), Цілями стійкого

розвитку Організації Об'єднаних націй (ЦСР) та Рамсарською конвенцією про водно-болотні угіддя.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями (Dagrah S., 2019), які ґрунтувалися на вибірці понад 2000 записів про водно-болотні угіддя, з'ясовано, що протяжність останніх у світі протягом 1970 – 2015 рр. у середньому знизилася на 35 %.

Серед причин такої ситуації сучасні наукові розробки виділяють процеси опустелювання, забір води для іригації, масштабні вирубки лісів, потреби гідроенергетики (Wilcox D., 2018) тощо. Крім того, є цілий комплекс управлінських проблем та правового регулювання їхнього збереження: відсутність базової інформації про їхній стан та запису метаданих інвентаризації, відсутність систематичних оцінок структурних елементів, недостатні інвестиційні втручання та питання власності на землі (Chen V., 2018). Зокрема, у питаннях моніторингу водних об'єктів водно-болотних угідь, наявне переконання про їхній непорушений природний стан призводить до відсутності систематичних спостережень за гідрохімічними параметрами (Janse, J., 2019).

Відомо, що гідрохімічні параметри водойм є відображенням регіональних геохімічних особливостей та специфіки антропогенного навантаження в межах усього водозбірного басейну. Серед системоутворюючих параметрів екологічного статусу водних об'єктів усе більш важливого значення набувають і кліматичні особливості останніх років. Зокрема, високий температурний режим літнього сезону та збільшення тривалості межених періодів призводять до екологічного неблагополуччя водних об'єктів і деградації їхніх гідроекосистем (Tamm O., 2018).

Попри очевидну актуальність, зазначені аспекти мало аналізуються для водойм у межах заповідних зон, оскільки прийнято вважати, що їхня якість води віддзеркалює

зв'язок із довколишнім ландшафтом, передусім, через гідрологічні функції та біорізноманіття. Здебільшого це призводить до відсутності систематичного моніторингу гідрохімічних параметрів таких водойм і ускладнює аналіз їхнього екологічного стану, що є важливим моментом у питаннях збереження статусу заповідних територій.

Мета дослідження – проведення аналізу гідрохімічних параметрів озера Черемське для виявлення екологічних особливостей формування сучасної якості поверхневих вод водно-болотних угідь у період літньої межени.

Загальна характеристика об'єкту досліджень. Озеро Черемське, льодовиково-карстового походження, загальною площею 7,7 га (табл. 1) є частиною гідрографічної мережі водно-болотних угідь Черемського природного заповіднику, що перебуває в північній частині Маневицького району Волинської області на межі з Рівненською областю (рис. 1).

За фізико-географічним районуванням територія відноситься до Новочервищанського району підобласті Верхньоприп'ятського Полісся області Волинського Полісся Поліського краю, зони мішаних лісів південного-заходу Східно-Європейської рівнини. Особливістю географічного положення заповідника є те, що по Черемському болотному масиву проходить лінія вододілу між річками Стохід і Веселуха. Водно-болотні угіддя являють собою переважно еумезотрофне болото з прилеглими сосновими лісами.

Територія являє собою флювіогляціальну пологохвилясту поверхню дніпровського зледеніння водно-льодовикової рівнини в межах Волинської моренної гряди і приурочена до розвитку глибокої реліктової долини.

Еумезотрофне Черемське болото (загальна площа приблизно 1 тис га із потужністю торфу до 10 м) має периферійно-оліготрофний хід розвитку, що харак-

1. Морфометричні характеристики озера Черемське

Висота над рівнем моря, м	Площа водного дзеркала, га	Об'єм води, тис. м ³	Глибина, м	
			максимальна	середня
156,5	7,7	2,3	7,0	4,5



Рис. 1. Схема географічного розміщення оз. Черемське та контрольних пунктів відбору зразків води для проведення гідрохімічного аналізу: 1, 2, ... 5 – контрольні пункти відбору проб

терно для боліт, сформованих в озеровидних котловинах. Таких великих і унікальних за флористичним складом боліт в Україні залишилося небагато, що говорить про його наукову цінність.

Матеріали та методи досліджень. Проби води з оз. Черемське відбирали в серпні 2018 року в 5 контрольних точках водного плеса, з глибини 0,5 м, за допомогою батометра.

Для проведення оцінки екологічного стану досліджуваного озера відібрані проби піддавали хіміко-аналітичному контролю, який проводили в лабораторії якості води Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне) відповідно нормативних вимог (табл. 2) до проведення визначення вмісту речовин у поверхневих водах.

Методика (Гриценко А. В., 2012), згідно з якою проводилася загальна екологічна оцінка води, забезпечувала оцінку гідрохімічних параметрів води за трьома блоками показників: блок сольового складу (хлориди, сульфати), блок трофо-сапробіологічного (санітарно-гігієнічного) складу (рН, амоній, азот амонійний, нітрити, азот нітритний, нітрати, азот нітратний, фосфати, завислі речовини, ПО, БСК₅, уміст розчиненого у воді кисню, ступінь насичення води киснем) та блок специфічних речовин токсичної дії (залізо загальне, мідь, цинк, марганець).

Одержані величини блокових та інтегральних екологічних індексів, згідно з екологічною класифікацією, порівнювались із таким якісним станом води: відмінний стан 1,0-1,4 (еталон порівнянь); пере-

хідний від відмінного до доброго 1,5-1,6; добрий 1,7-3,4; перехідний від доброго до задовільного 3,5-3,6; задовільний 3,7-5,4; перехідний від задовільного до поганого 5,5-5,6; поганий 5,7-6,4; перехідний від поганого до дуже поганого 6,5-6,6; дуже поганий 6,7-7,0. Оцінка проводилась у ретроспективі та за сучасний період.

Визначення вмісту розчиненого у воді кисню, ступінь насичення та температури води проводили інструментальним методом за допомогою оксиметра «Ezodo» («Dial Electronics Ltd», Тайвань), що пройшов державну атестацію та повірку у «Всеукраїнському державному науково-виробничому центрі стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів» (свідцтво про повірку законодавчо регульованого засобу виміральної техніки №36-1/1363).

Результати вимірювань концентрацій розчиненого у воді кисню використовували для розрахунків співвідношення продукції органічної речовини (П) до її деструкції (Д), що відображає баланс органічної речовини в водоймі. Аналіз проводили в фотичному шарі води за методом кисневих склянок (Вінберг В.Д., 1960), які занурювали на глибину 0,5 та 1,5 м. Тривалість експозиції становила 2 год. Згідно з даним підходом, якщо відношення П до Д у водоймі менше 1, то в екологічних процесах водойми велику участь бере алохтонна органічна речовина, зростає частка бактерій і їхня продукція стає порівнянною з продукцією фітопланктону. Якщо відношення дорівнює 1 – стік з водозбору не відіграє суттєвої ролі для біопродуктивності водойми, її екосистема збалансована. Якщо відношення П до Д значно більше 1, це свідчить, що до водойми надходить надмірна кількість біогенних елементів, яка викликає посилення первинного продукування, накопичення автохтонної органічної речовини, порушення рівноважного стану екосистеми, крутообігу речовин в ній та вторинне забруднення.

Статистичну обробку результатів проведених аналізів виконували в рамках програмного пакету Statistica 8.0.

Результати та їх обговорення. Проведений аналіз гідрохімічних показників якості води озера Черемське (табл. 2) свідчить про наявність перевищень нормативних значень окремих речовин як за рибогосподарською категорією водокористування, так і за господарсько-побутовою та рекреаційною категоріями.

Серед проаналізованих нами 19 гідрохімічних параметрів у контрольних пунктах оз. Черемське було зафіксоване перевищення вмісту амонію, яке становило $3,98 \pm 0,34$ рази ($p=0,00018$) за ГДК_{рибогосп} та $19,62 \pm 1,69$ ($p = 0,00019$) за ГДК_{рекрец}. Перевищення вмісту азоту амонійного становило відповідно $3,10 \pm 0,25$ ($p = 0,00017$) та $15,52 \pm 1,30$ ($p = 0,00018$). Перевірка статистичною значущості за критерієм Стьюдента виявляє довірчій інтервал наявних перевищень нормативних значень $p \leq 0,05$. Це дає підстави вважати, що вода досліджуваного озера в період літньої межени характеризується підвищеним вмістом амонію та азоту амонійного. Відомо, що вміст йонів амонію в природних водах варіює в інтервалі від 10 до 200 мкг/дм³ у перерахунку на азот. Як абсолютна концентрація йонів амонію, так і їхня частка в загальному балансі пов'язаного азоту зростають під час переходу від олігосапробних до мезо- і евсапробних водойм (Обобщенный перечень, 1990). Іншими словами, сапробність оз. Черемське проявляла тенденцію в напрямі зростання.

Вміст нітратів у воді озера проявляв перевищення лише рибогосподарських нормативів у $2,11 \pm 0,87$ рази ($p = 0,060$), проте граничної концентрації (10 мгN/дм³), що викликає порушення санітарного стану водойм не досягав. Відсутність статистичної значущості дозволяє вважати зафіксовані перевищення недостовірними.

2. Результати гідрохімічного аналізу якості води оз. Черемське в період літньої межени

Показник вимірювання	Одиниця вимірювання	контрольні пункти					Методика виконання вимірювань
		1	2	3	4	5	
Хлориди	мг/дм ³	<7,0	<7,0	<7,0	<7,0	<7,0	МВВ 081-0653-09
Сульфати	мг/дм ³	<15,0	<15,0	<15,0	<15,0	<15,0	МВВ 081-0177-05
pH	од	6,5	6,2	6,3	6,45	6,4	МВВ 081-0317-06
Амоній	мг/дм ³	1,61	2,18	2,47	1,9	1,8	МВВ 081-0106-03
Азот амонійний	мг/дм ³	1,26	1,7	1,92	1,48	1,4	МВВ 081-0106-03
Нітриди	мг/дм ³	<0,03 (0,01)	0	0	<0,03 (0,008)	0,31	КНД 211.1.4.023-95
Азот нітритний	мг/дм ³	0,003	0	0	0,002	0,094	КНД 211.1.4.023-95
Нітрати	мг/дм ³	1,84	1,6	0,18	2,0	4,93	МВВ 081-0651-09
Азот нітратний	мг/дм ³	0,41	0,36	0,04	0,45	1,11	МВВ 081-0651-09
Фосфати	мг/дм ³	0,23	0,67	0,29	0,058	0,14	МВВ 081-0005-01
Завислі речовини	мг/дм ³	<5,0	9,5	6,0	5,8	6,0	КНД 211.1.4.023-95
ХСК	мгО/дм ³	132,0	101,2	96,8	101,2	88,0	МВВ 081-0016-01
БСК5	мгО ₂ /дм ³	29,0	29,8	20,5	24,6	15,5	КНД 211.1.4.023-95
Розчинений кисень	мгО ₂ /дм ³	9,15	7,33	7,6	8,2	8,9	оксиметр «Ezodo»
Насичення киснем	%	110,4	94,4	89,1	94,6	98,1	оксиметр «Ezodo»
Температура води	°С	24,7	26,1	22,8	23,9	23,9	оксиметр «Ezodo»
Залізо загальне	мг/дм ³	3,31	2,91	3,12	3,33	3,16	МВВ 081-0175-03
Марганець	мг/дм ³	0,034	0,057	0,057	0,1	0,068	МВВ 081-0107-03
Мідь	мг/дм ³	0,51	0,51	0,44	0,52	0,52	КНД 211.1.4.035-95
Цинк	мг/дм ³	0,37	0,29	0,31	0,25	0,3	МВВ 081-0173-05

Концентрації фосфатів мали перевищення відносно ГДК_{рибогосп} у 1,84±0,79 рази (p=0,061) та відносно ГДК_{рекреац} у 1,42±0,59 рази (p=0,057), що також дозволяє вважати зафіксовані перевищення недостовірними.

Уміст завислих речовин не відповідав нормам лише за рибогосподарськими вимогами із перевищенням у 8,62 ± 1,17 і підтверджену статистичну значущість (p = 0,0012). Як відомо, завислі частинки впливають на прозорість води та на про-

никнення до неї світла, на температуру, склад розчинених компонентів поверхневих вод, адсорбцію токсичних речовин, а також на склад і розподіл та швидкість осадоутворення.

За показником перманганатної окисненості (ПО), у воді оз. Черемське були виявлені перевищення ГДК_{рибогосп} у 5,2 ± 0,42 рази (p = 0,00015) та ГДК_{госп.-побут.} у 3,46±0,28 рази (p=0,00016). На фоні підвищених концентрацій амонію та азоту амонійного перевищення норма-

тивних значень за ПО вбачається цілком закономірним. Взагалі, окислюваність має закономірні сезонні коливання. Їхній характер визначається, з одного боку, гідрологічним режимом і залежним від нього надходженням органічних речовин із водозбору, з іншого, – гідробіологічним режимом.

Аналогічною виявилася ситуація й за показником БСК₅, для якого перевищення ГДК_{рибогосп} становили $11,96 \pm 1,48$ рази ($p = 0,00084$) та ГДК_{госп.-побут.} у $7,96 \pm 0,99$ рази ($p = 0,00086$). Біохімічне споживання кисню в поверхневих водах також відображає процеси окиснення органічних речовин. Отже, з певною очевидністю можна стверджувати, що в період літньої межени у воді оз. Черемське відбуваються інтенсивні процеси розкладу органіки. З огляду на відсутність антропогенного та рекреаційного навантаження на досліджуваній об'єкт, це свідчить про інтенсивність процесів самоочищення озера та попри перевищення нормативних значень може розглядатись як позитивна характеристика.

З підтверженою статистичною значущістю фіксувалися також перевищення за вмістом у воді заліза загального в $31,66 \pm 0,85$ рази ($p = 0,000002$) щодо ГДК_{рибогосп.} у $10,54 \pm 0,28$ рази ($p = 0,000002$) щодо ГДК_{госп.-побут.} та $15,86 \pm 0,43$ рази ($p = 0,000002$). Відомо, що вода з підвищеним вмістом залізовмісних сполук чи іонів заліза непридатна для інкубації ікри, оскільки викликає значну елімінацію ембріонів. До вмісту заліза у воді чутливий фітопланктон, зоопланктон і зообентос. Отже, можна передбачити, що трофність досліджуваного озера є лімітована.

Цікаво, що вміст міді та цинку проявили найсуттєвіші перевищення нормативів серед решти аналізованих гідрохімічних параметрів. Так, за ГДК_{рибогосп} вміст цих елементів був вищим у відповідно $500,0 \pm 16,96$ ($p = 0,000005$) та $304,0 \pm 21,78$

($p = 0,0001$). Як цинк, так і мідь є есенціальними мікроелементами. Вони входять до складу ферментів і беруть участь у багатьох біохімічних процесах живих організмів. За підвищених концентрацій їхній негативний вплив на водні екосистеми полягає, насамперед, у гальмуванні фотосинтезу фітопланктону, що знижує первинну продукцію водойм і підриває кормову базу зоопланктону та риб. На нашу думку, такі значні концентрації йонів важких металів у воді оз. Черемське можуть бути пояснені особливостями місцевого геохімічного фону, адже озеро має переважно болотне живлення, а його водозбір повністю позбавлений антропогенного та рекреаційного навантаження. Цілком очевидно, що місцеві гідробіонти виробили низку адаптаційних пристосувань до життя в таких умовах, проте, дане питання вимагає окремого вивчення.

Для отримання якісних характеристик екологічного стану оз. Черемське ми оцінили ступінь чистоти води за відповідними категоріями окремих гідрохімічних параметрів (рис. 2).

Згідно з даним підходом, найкращий ступінь чистоти за категорією мали чотири з дев'ятнадцяти проаналізованих гідрохімічних параметри. Зокрема, за вмістом у воді хлоридів, сульфатів, завислих речовин та розчиненого кисню вода озера Черемське характеризується як «дуже чиста». За вмістом нітритів, азоту нітритного та ступенем насичення води киснем – «чиста», а вмістом нітратів та азоту нітратного як перехідна від «чистої» до «забрудненої». До категорії «забруднена» відносили воду озера такі гідрохімічні параметри як реакція середовища рН, фосфати та марганець. Вміст йонів амонію, азоту амонійного та заліза загального відносили воду до категорії «брудна». Показники ПО та БСК₅, а також вміст у воді міді та цинку надавали їй якісної екологічної характеристики як «дуже брудна».

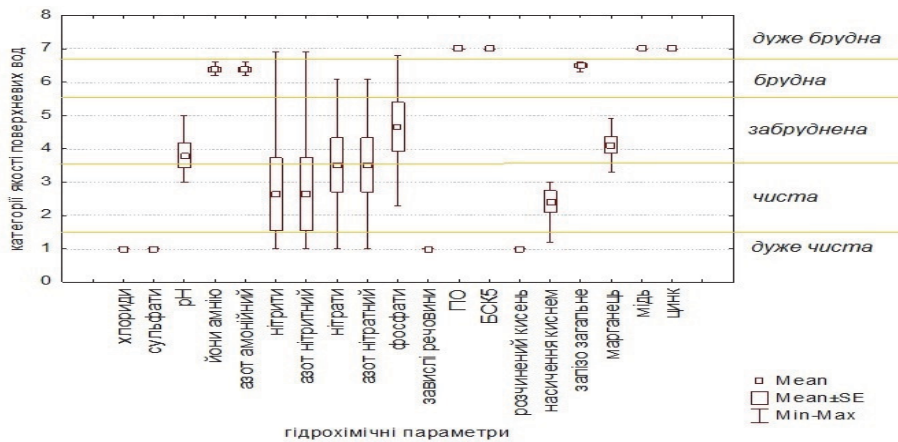


Рис. 2. Якісна оцінка поверхневих вод оз. Черемське за відповідними категоріями

Зведення отриманих категорій до класу якості води за блоками речовин (табл. 3) відносить загальний екологічний стан оз. Черемське до III класу, що свідчить про «задовільний» стан та ступінь чистоти води «забруднена».

Звертає на себе увагу той факт, що найгірші якісні характеристики якості води визначених категорій мали речовини блоку специфічних речовин токсичної дії. В усіх контрольних пунктах вони надавали якісної ознаки воді озера зі станом «поганий» та зі ступенем чистоти «брудна». Трофо-сапробіологічний блок речовин характеризував переважно стан води як «задовільний» зі ступенем чистоти «слабко-забруднена». Водночас у контрольному пункті № 4 стан води за категорією даного блоку характеризувався як перехідний від «добраго» до «задовільного» зі ступенем чистоти з перехідним ступенем чистоти від «досить чистої» до «слабко забрудненої». А в контрольному пункті № 5, відповідно від «задовільний» до «посередній» та від «слабко-забрудненої» до «помірно забрудненої». Блок сольового складу незмінно характеризував стан води в усіх пунктах як «відмінний», а ступінь чистоти як «дуже чиста».

Кількість контрольних пунктів, у яких проводився відбір проб води є цілком

достатньою для отримання усередненого складу поверхневих вод досліджуваного озера. Проте, зважаючи на унікальність походження та належність до водно-болотних угідь, загальнозживані підходи до оцінки екологічного статусу такого водного об'єкту вбачаються нам недостатньо коректними. Саме тому, для з'ясування спрямованості екологічних процесів у водній екосистемі оз. Черемське нами була проведена оцінка співвідношення продукції до деструкції органічної речовини у фотичному шарі води, за методом кисневих склянок (табл. 4).

Отримані результати свідчать про відносну стабільність продукційно-деструкційних процесів у фотичному шарі воді, оскільки відношення П/Д максимально наближалось до 1. Так, на глибині 0,5 м від поверхні води цей показник мав значення 1,014, а на глибині 1,5 м – 1,115. Такі значення можуть відображувати приблизно повну збалансованість кругообігу речовин у водній екосистемі з автохтонним привнесенням органічної речовини. Між тим величина валової первинної продукції у фотичному шарі дозволяє оцінити рівень трофності водойми як «помірний», а чистої первинної продукції – як «дуже низький».

3. Екологічна оцінка якості поверхневих вод оз. Черемське за відповідними категоріями

Показник						
		1	2	3	4	5
За сольовим блоком (I1)	Категорія якості води	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Стан (за категорією)	відмінний	відмінний	відмінний	відмінний	відмінний
	Ступінь чистоти (за категорією)	дуже чиста	дуже чиста	дуже чиста	дуже чиста	дуже чиста
За трофо-сапробіологічним блоком (I2)	Категорія якості води	3,9	4,1	3,7	3,6	4,5
	Стан (за категорією)	задовільний	задовільний	задовільний	добрий-задовільний	задовільний-посередній
	Ступінь чистоти (за категорією)	слабкозабруднена	слабкозабруднена	слабкозабруднена	досить чиста-слабкозабруднена	слабко забруднена-помірно забруднена
За блоком специфічних речовин токсичної дії (I3)	Категорія якості води	6,0	6,1	6,2	6,4	6,0
	Стан (за категорією)	поганий	поганий	поганий	поганий	поганий
	Ступінь чистоти (за категорією)	брудна	брудна	брудна	брудна	брудна
Комплексний екологічний індекс (Ie)	Категорія якості води	3,6	3,7	3,6	3,7	3,8
	Клас якості води	II-III	III	II-III	III	III
	Стан (за класом)	добрий-задовільний	задовільний	добрий-задовільний	задовільний	задовільний
	Ступінь чистоти (за класом)	чиста-забруднена	забруднена	чиста-забруднена	забруднена	забруднена

Зважаючи на високі значення показників ПО та БСК₅, можна стверджувати, що розклад такої органіки відбувається максимально повно, що так само дає пояснення наявним у воді підвищеним концентраціям йонів амонію, азоту амонійного та фосфатів. Оскільки нітрати та азот нітратний мали дещо вищу категорію порівняно з нітритами та азотом нітритним, можна також передбачити, що процеси окиснення відіграють визначальну роль і забезпечують самоочищення озера в період літньої межени.

На нашу думку, значні концентрації заліза загального, міді та цинку створюють специфіку хімічного складу поверхневих вод оз. Черемське, проте, будучи

ессенціальними елементами не несуть загрози для водної екосистеми.

Висновки й перспективи. У період літньої межени середня температура води оз. Черемське, що входить до гідрографічної структури водно-болотних угідь Західно Поліської зони України становила близько 24,3 С.

Під час аналізу гідрохімічних параметрів були виявлені статистично достовірні перевищення відносно рибогосподарських нормативів амонію ($3,98 \pm 0,34$ рази), азоту амонійного ($3,10 \pm 0,25$), завислих речовин ($8,62 \pm 1,17$), показників перманганатної окисності та БСК₅ (відповідно $5,2 \pm 0,42$ та $11,96 \pm 1,48$ рази), вмісту заліза загального ($31,66 \pm 0,85$),

міди ($500,0 \pm 16,96$) та цинку ($304,0 \pm 21,78$ рази). Решта зафіксованих перевищень нормативних значень речовин не підтверджувалась статистично, що дозволяє вважати їх недостовірними.

Концентрації елементів трофо-сапро-біологічного та токсикологічного блоку в сукупності надавали воді озера III класу якості з характеристикою стану «задовільний» та ступенем чистоти «забруднена».

Характер продукційно-деструкційних процесів у водній екосистемі наближався до збалансованого з привнесенням автохтонної органіки. Цікаво, що за

значних показників ПО та БСК₅, уміст розчиненого кисню у воді озера лишився достатньо високим. Отримані результати дозволяють зробити припущення про повноцінність самоочисних процесів на фоні унікального хімічного складу поверхневих вод, який формується внаслідок місцевого геохімічного фону та болотного живлення оз. Черемське. Очевидно, що для більш об'єктивної екологічної оцінки доцільним буде проведення аналізу біотичної складової водної екосистеми, для з'ясування реакцій живих організмів на специфічні гідрохімічні умови досліджуваного озера.

Література

1. Darrah S., Shennan-Farpon Y., Loh J., Davidson N., Finlayson C., Gardner R., Walpole M. Improvements to the Wetland Extent Trends (WET) index as a tool for monitoring natural and human-made wetlands. *Ecological Indicators*, 2019. Vol. 99. P. 294-298.
2. Wilcox D., Bateman J. Photointerpretation analysis of plant communities in Lake Ontario wetlands following 65 years of lake-level regulation. *Journal of Great Lakes Research*, 2018. Vol. 44(6). P. 1306-1313.
3. Chen B., Chen L., Huang B., Michishita R., Xu B. Dynamic monitoring of the Poyang Lake wetland by integrating Landsat and MODIS observations. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2018. Vol. 139. P. 75-87.
4. Janse J., Van Dam, A., Hes E., Klein J., Finlayson C., Janssen A., Wijk D., Mooij W., Jos T. Verhoeven Towards a global model for wetlands ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2019. Vol. 36. P. 11-19.
5. Tamm O., Maasikam e S., Tamm T. Modelling the effects of land use and climate change on the water resources in the eastern Baltic Sea region using the SWAT model. *CATENA*, 2018, Vol. 167. P. 78-89.
6. КНД «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» / А. В. Гриценко та ін. Х.: УкрНДІЕП. 2012. 37 с.
7. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск: Изд-во АН БССР, 1960. 330 с.
8. Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. М.: Главрыбвод Минрыбхоза СССР. 1990. 96 с.

References

1. Darrah, S., Shennan-Farpon, Y., Loh, J., Davidson, N., Finlayson, C., Gardner R., Walpole M. 2019. Improvements to the Wetland Extent Trends (WET) index as a tool for monitoring natural and human-made wetlands. *Ecological Indicators*, Vol. 99, 294-298. DOI10.1016/j.ecolind.2018.12.032
2. Wilcox, D., Bateman, J. 2018. Photointerpretation analysis of plant communities in Lake Ontario wetlands following 65 years of lake-level regulation. *Journal of Great Lakes Research*, Vol. 44(6), 1306-1313. DOI10.1016/j.jglr.2018.08.007
3. Chen, B., Chen, L., Huang, B., Michishita, R., Xu, B. 2018. Dynamic monitoring of the Poyang Lake wetland by integrating Landsat and MODIS observations. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 139, 75-87. DOI10.1016/j.isprsjprs.2018.02.021
4. Janse, J.; Van Dam, A., Hes, E., Klein, J., Finlayson, C., Janssen, A., Wijk, D., Mooij, W., Jos, T. 2019. Verhoeven Towards a global model for wetlands ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Vol. 36. 11-19. DOI10.1016/j.cosust.2018.09.002

5. Tamm, O., Maasikamäe, S., Tamm, T. 2018. Modelling the effects of land use and climate change on the water resources in the eastern Baltic Sea region using the SWAT model. *CATENA*, Vol. 167, 78-89. DOI10.1016/j.catena.2018.04.029
6. KND «Metody`ka ekologichnoyi ocinky` yakosti poverkhney`x vod za vidpovidny`my` kategori-yamy» / A. V. Gry`chenko ta in. X. : UkrNDIEP. 2012. 37 s. (in Ukrainian).
7. Vinberg G.G. Pervichnaya produkciya vodoemov. Minsk: Izd-vo AN BSSR, 1960. 330 s. (in Russian).
8. Obobshchennyj perechen' predel'no-dopustimyh koncentracij i orientivorochno bezopasnyh urovnej vozdejstviya vrednyh veshchestv dlya vody rybohozyajstvennyh vodoemov. M. : Glavrybvod Minrybhoza SSSR.1990. 96 s. (in Russian).

SUMMARY

M. O. Klymenko, A. M. Pryshchepa, O. O. Biedunkova, I. I. Statnyk, V. S. Rotsiuk, Yu. Yu. Bokshan. EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL CONDITION OF CHEREMSKJE LAKE IN THE STRUCTURE OF WETLAND IN THE SUMMER PERIOD. *Biological Resources and Nature Management*. 2020. 12, №1–2. P.27–37. <https://doi.org/10.31548/bio2020.01.004>

Abstract. Wetland indicators and trends are important for monitoring progress targets environmental sustainability development. Cheremske Lake, which is part of the hydrographic network of wetlands of the Cheremsky Nature Reserve, was explored. The territory is located in the northern part of the Manevichi district of Volyn region on the border with Rivne region. Cheremske Lake is of glacial karst origin, with a total area of 7.7 hectares.

The purpose of the study is to analyze the hydrochemical parameters of Cheremske Lake to identify the ecological features of the formation of modern surface water quality of wetlands during the summer limit.

Water samples from the Cheremske Lake were selected in August 2018 at 5 water points, from a depth of 0.5 m, using a bathometer.

For the assessment of the ecological status of the studied lake, the samples were subjected to chemical-analytical control, which was carried out in the laboratory of water quality of the National University of Water and Environmental Engineering (Rivne), in accordance with regulatory requirements.

The general ecological assessment of water provided an assessment of the hydrochemical parameters of water according to three blocks of indicators: block of salt composition (chlorides, sulfates), block of tropho-saprobiological (sanitary-hygienic) composition (pH, ammonium, ammonium nitrogen, nitrites, nitrite nitrite, phosphates, suspended solids, PO, BOD5, content of oxygen dissolved in water, degree of saturation of water with oxygen) and block of specific substances of toxic effect (iron total, copper, zinc, manganese). The results of the measured concentrations of dissolved oxygen in the water were used to calculate the ratio of production of organic matter (P) to its destruction (D), which reflects the balance of organic matter in the reservoir. The analysis was carried out in a photic layer of water by the method of oxygen glasses.

During the summer limit, at an average water temperature of 24.3 °C, statistically significant exceedances of fishery standards of ammonium (3.98 ± 0.34 times), nitrogen of ammonium (3.10 ± 0.25), overlying substances (8, $62 \pm 1,17$), indicators of permanganate oxidation and BSC5 (5.2 ± 0.42 and 11.96 ± 1.48 times, respectively), total iron content (31.66 ± 0.85), copper ($500, 0 \pm 16.96$) and zinc (304.0 ± 21.78 times).

Four of the nineteen hydrochemical parameters analyzed had the highest degree of purity by category. In particular, the water content of chlorides, sulfates, suspended solids and dissolved oxygen in Cheremske Lake is characterized as "very pure". By the content of nitrites, nitrite nitrogen and the degree of saturation of water with oxygen - "pure", and the content of nitrates and nitrogen nitrate as a transition from "pure" to "contaminated". The category "contaminated" included lake water such hydrochemical parameters as the reaction of the pH, phosphates and manganese. The content of ammonium ions, ammonium nitrogen, and iron in the general classify water as "dirty". The PO and BOD5 indicators, as well as the copper and zinc content in the water, gave it a qualitative environmental characteristic as "very dirty".

Noteworthy is the fact that the worst quality water quality characteristics of certain categories were those of a block of specific toxic substances. At all checkpoints, they gave qualitative signs to the water of the lake with a state of "bad" and with a degree of purity "dirty". The tropho-saprobiological block of substances characterized mainly the state of water as "satisfactory" with a degree of purity "slightly contaminated".

The reduction of the obtained categories to the class of water quality by blocks of substances relates the general ecological status of the Cheremske Lake to III class, which testifies to the "satisfactory" state and the degree of purity of the water "contaminated".

At the same time, the production and destruction of organic matter in the photic layer of the lake were determined using the oxygen glass method. The results obtained indicate the relative stability of production and destruction processes in the photic layer of water, since the ratio of production to destruction is as close as possible to 1. Thus, at a depth of 0.5 m from the water surface, this value was 1.014, and at a depth of 1.5 m - 1.115 th most common. Such values may reflect the relatively complete balance of the circulation of substances in the aquatic ecosystem with the autochthonous introduction of organic matter. In this case, the value of the gross primary production in the photic layer allows us to estimate the trophic level of the reservoir as "moderate" and the net primary production as "very low".

Given the high values of PO and BOD₅, it can be argued that the decomposition of such organic matter is as complete as possible, which in turn gives an explanation for the high concentrations of ammonium, ammonium and phosphate ions present in the water. Since nitrates and nitrate nitrate had a slightly higher catego-

ry than nitrite and nitrite nitrogen, it can also be predicted that oxidation processes play a decisive role and provide self-purification of the lake during the summer boundary.

In our opinion, significant concentrations of total iron, copper and zinc create the specific chemical composition of surface waters of the Cheremsk Lake, however, being essential elements does not pose a threat to the aquatic ecosystem.

Thus, in the course of the research it was found that the nature of production-degradation processes in the aquatic ecosystem is closer to the balance with the introduction of autochthonous organics. The assumption is made about the completeness of self-cleaning processes against the background of the unique chemical composition of surface waters, which is formed due to the local geochemical background and the wetland feeding of the studied lake.

Key words: *wetlands, surface waters, hydrochemical indicators, production and destruction processes, ecological state*